昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, January 2009, 52(1): 52 – 58 ISSN 0454-6296

禾谷缢管蚜和麦长管蚜玻璃管药膜法敏感毒力基线的建立

鲁艳辉，杨 婷，高希武*
（中国农业大学昆虫学系，北京 100193）

摘要：【目的】建立禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi*（Linnaeus）和麦长管蚜 *Sitobion avenae*（Fabricius）对常用杀虫剂的相对敏感基线。【方法】从田间采集麦蚜在实验室内饲养30代以上，利用玻璃管药膜法测定其对杀虫剂的敏感度，每条毒力基线为2次以上独立测定数据合并后的计算结果。【结果】用玻璃管药膜法建立了包括新烟碱类、吡啶类、氨基甲酸酯类、有机磷类和拟除虫菊酯类共22个药剂品种对禾谷缢管蚜和麦长管蚜3 h的敏感毒力基线。禾谷缢管蚜对新烟碱类药剂吡虫啉和啶虫脒的 LC_{50} 值分别为0.02和0.007 μg/cm^2；对吡啶类药剂吡蚜酮的 LC_{50} 值为0.124 μg/cm^2；对氨基甲酸酯类药剂丁硫克百威、硫双灭多威、灭多威、抗蚜威、西维因的 LC_{50} 值为0.0026～0.70 μg/cm^2；对有机磷类药剂三唑磷、丙溴磷、氧乐果、乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱的 LC_{50} 值为0.005～0.065 μg/cm^2；对拟除虫菊酯类药剂三氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的 LC_{50} 值为0.033～0.240 μg/cm^2。麦长管蚜对新烟碱类药剂吡虫啉和啶虫脒的 LC_{50} 值分别为0.15和0.12 μg/cm^2；对吡啶类药剂吡蚜酮的 LC_{50} 值为0.41 μg/cm^2；对氨基甲酸酯类药剂丁硫克百威、硫双灭多威、灭多威、抗蚜威、西维因的 LC_{50} 值为0.005～0.76 μg/cm^2；对有机磷类药剂三唑磷、丙溴磷、氧乐果、乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱的 LC_{50} 值为0.018～0.36 μg/cm^2；对拟除虫菊酯类药剂三氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的 LC_{50} 值为0.20～2.94 μg/cm^2。【结论】建立的两种麦蚜对22种杀虫药剂的相对敏感基线，包括当前所有可能用于防治麦蚜的药剂，可以用于以后麦蚜抗药性监测或其他相关研究的参照；禾谷缢管蚜对药剂的敏感度高于麦长管蚜。

关键词：麦蚜；禾谷缢管蚜；麦长管蚜；玻璃管药膜法；敏感毒力基线；杀虫剂；抗药性监测
中图分类号：Q965.9 **文献标识码：**A **文章编号：**0454-6296(2009)01-52-07

Establishment of baseline susceptibility data to various insecticides for aphids *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) and *Sitobion avenae* (Fabricius) (Homoptera: Aphididae) by the method of residual film in glass tube

LU Yan-Hui, YANG Ting, GAO Xi-Wu (Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract:【Aim】The objective of this research was to establish susceptible toxicity baselines of two wheat aphids *Rhopalosiphum padi* and *Sitobion avenae* to 22 insecticides.【Methods】The method of the residual film in glass tube with 3 h exposure to insecticides was employed for determining toxicity of insecticides to both wheat aphid species, which were originally collected from different provinces of China during 2005 – 2007 and reared on wheat seedlings in the laboratory for more than 30 generations.【Results】In *R. padi*, the LC_{50} values of susceptible toxicity baselines were 0.02 and 0.007 μg/cm^2 for neonicotinoid insecticides, imidacloprid and acetamiprid respectively; 0.124 μg/cm^2 for pymetrozin; 0.0026 – 0.70 μg/cm^2 for carbamate insecticides, carbosulfan, thiodicarb, methomyl, pirimicarb and carbaryl; 0.005 – 0.065 μg/cm^2 for organophosphate insecticides, triazophos, profenofos, omethoate, dimethoate, malathion, phoxim, dichlorvos and chlorpyrifos; 0.033 – 0.240 μg/cm^2 for pyrethroid insecticides, lamba-cyhalothrin, beta-cypermethrin, deltamethrin, bifenthrin, fenvalerate and cypermethrin. In *S. avenae*, the LC_{50} values of susceptible toxicity baselines were 0.15 μg/cm^2 and 0.12 μg/cm^2 for neonicotinoid insecticides, imidacloprid and acetamiprid respectively; 0.41 μg/cm^2 for

基金项目：国家重大基础研究规划（“973”计划）项目(2006CB102003)；国家“十一五”支撑计划课题（2006BAD08A03）
作者简介：鲁艳辉，女，1978年11月生，河北唐山人，博士研究生，研究方向为昆虫毒理学及分子生物学，E-mail: luyanhui1211@126.com
＊通讯作者 Author for correspondence, E-mail: gaoxiwu@263.net.cn
收稿日期 Received: 2008-07-07；接受日期 Accepted: 2008-12-16

pymetrozin; 0.005 – 0.76 μg/cm^2 for carbamate insecticides carbosulfan, thiodicarb, methomyl, pirimicarb and carbaryl; 0.018 – 0.36 μg/cm^2 for organophosphate insecticides, triazophos, profenofos, omethoate, dimethoate, malathion, phoxim, dichlorvos and chlorpyrifos and 0.20 – 2.94 μg/cm^2 for pyrethroid insecticides, lamba-cyhalothrin, beta-cypermethrin, deltamethrin, bifenthrin, fenvalerate and cypermethrin. 【Conclusion】 Susceptible toxicity baselines of both *R. padi* and *S. avenae* to 22 insecticides established in this study could be used as a reference for resistance monitoring or other related researches. The insecticide susceptibility is higher in *R. padi* than in *S. avenae* for most of insecticides.

Key words: Wheat aphid; *Rhopalosiphum padi*; *Sitobion avenae*; residual film method; susceptible toxicity baseline; insecticide; resistance monitoring

麦蚜是我国主要的农业害虫之一，主要危害小麦，高粱等禾谷类作物。除吸食小麦汁液外，还传播病毒造成小麦黄矮病，致使小麦叶色变黄，植株矮化，分蘖减少，减产严重，严重影响小麦的丰产丰收。麦蚜分布范围广，在我国麦区均有发生，主要包括麦长管蚜 *Sitobion avenae*（Fabricius），麦二叉蚜 *Schizaphis graminum*（Rondani），禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi*（Linnaeus）和麦无网蚜 *Acyrthosiphon dirhodum*（Walker）。各麦区发生的优势种不同，其中麦长管蚜和禾谷缢管蚜在小麦生长后期混合发生，危害逐年加重，是国内大多数麦区的优势种，且不同年份、不同地区两种蚜虫的发生程度不同（刘爱芝等，2001）。多年来，很多麦区麦蚜的防治主要依赖于化学农药，不少地区已普遍反映生产上常用的农药品种对麦蚜的防效在下降（洪波等，2004）。杀虫药剂大量、长期的使用，害虫产生抗药性是不可避免的，同时对麦蚜的天敌也不可避免的造成伤害，使其对麦蚜的自然控制能力减弱（韩巨才等，1996；唐振华，2000）。害虫抗药性监测是指导杀虫药剂合理使用的重要依据，也是害虫抗药性研究中最基本的工作，任何一种抗性监测方法都必须首先建立敏感毒力基线，作为一个参比的标准（吴益东等，2006）。玻璃管药膜法是一种常用的监测麦蚜抗药性的方法（Shotkoski *et al.*, 1990; Shufran *et al.*, 1997），适用于一些个体小的昆虫（如蚜虫类）以及鳞翅目的成虫。药膜法具有省时、省力、快速、简便、易行等优点。本文应用玻璃管药膜法以禾谷缢管蚜和麦长管蚜为对象，建立了 22 种药剂的 3 h 相对敏感毒力基线，为以后麦蚜的抗药性监测工作及其抗药性治理提供支持。

1　材料与方法

1.1　供试昆虫

采自我国 5 个不同地点的麦蚜种群，在不接触任何药剂的情况下室内连续饲养至少 30 代以上作为供试昆虫（鲁艳辉和高希武，2007），其采集地点和采集时间见表 2 和表 3 中的种群来源。

1.2　供试农药

选用新烟碱类、吡啶类、氨基甲酸酯类、有机磷类，拟除虫菊酯类 5 大类，包括 22 个杀虫药剂品种用于相对敏感毒力基线的建立。22 种药剂的有效成分含量、所属类型以及生产厂家见表 1。

1.3　毒力测定方法

毒力测定采用 Shotkoski 等（1990）和 Shufran 等（1997）的玻璃管药膜法，略有改进。先将杀虫药剂用丙酮配置成 1 000 mg/L 的母液，使用时用丙酮稀释，按等比或等差稀释成需要的浓度。从稀释好的药液中吸取 200 μL 加入到直径 2 cm，高 5.2 cm 的玻璃管（内表面积 36 cm^2）中，立即用小型滚瓶机（American Wheaton Company）滚匀，待丙酮挥发后用于毒力测定。对照单独用丙酮处理。挑取健康一致的无翅成蚜进行试验，每个制备好的药膜管放置 20 头蚜虫，在室内正常饲养条件下（温度 18 ~ 25℃，相对湿度大约为 50% ~ 70%，光照为 17L:7D）（鲁艳辉和高希武，2007）3 h 后检查死亡率，其中只有一条腿动或者完全不动者记为死（Moores 等，1996），以对照死亡率小于 10% 为有效测定，并用对照死亡率进行校正。每个药剂 6 ~ 7 个浓度，每个浓度 3 次重复。数据处理采用 SAS-probit 分析软件（SAS Institute Inc., 2001）。

2　结果

2.1　22 种药剂对禾谷缢管蚜的相对敏感基线

玻璃管药膜法测定禾谷缢管蚜对 22 种药剂的敏感基线见表 2。通过对 LC_{50}，LC_{90} 以及 b 值（slope）的比较和分析，最后以起源于北京的品系建立了吡虫啉、啶虫脒、吡蚜酮、丁硫克百威、硫双灭多威、抗蚜威、西维因、三唑磷、丙溴磷、乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱、三氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的

表 1 供试农药简介

Table 1 Summary for insecticides tested

农药名称 Insecticides		有效成分含量(%) Technical grade	生产厂家 Producer
新烟碱类 Neonicotinoid	吡虫啉 Imidacloprid	95.3	江苏常隆化工有限公司
	啶虫脒 Acetamiprid	97.0	南京盼丰化工有限公司
吡啶类 Pyridine	吡蚜酮 Pymetrozine	94.0	盐城利民农化有限公司
氨基甲酸酯类 Carbamate	丁硫克百威 Carbosulfan	88.4	苏州富美实植物保护剂有限公司
	硫双灭多威 Thiodicarb	93.0	新加坡生达有限公司
	灭多威 Methomyl	90.0	江苏常隆化工有限公司
	抗蚜威 Pirimicarb	95.0	无锡瑞泽化工有限公司
	西维因 Carbaryl	99.0	江苏农药研究所
有机磷类 Organophosphate	三唑磷 Triazophos	90.0	安徽华星化工股份有限公司
	丙溴磷* Profenofos	50.0	山东省烟台科达化工有限公司
	氧乐果 Omethoate	76.6	高碑店农药有限公司
	乐果 Dimethoate	96.0	安徽省池州新赛德化工有限公司
	马拉硫磷 Malathion	97.0	天津爱格福有限公司
	辛硫磷 Phoxim	95.0	山东鲁南农药有限公司
	敌敌畏* Dichlorvos	80.0	天津农药厂
	毒死蜱 Chlorpyrifos	95.3	山东华阳化工有限公司
拟除虫菊酯类 Pyrethroid	三氟氯氰菊酯 Lamba-cyhalothrin	98.0	盐城福利德化工有限公司
	高效氯氰菊酯 Beta-cypermethrin	93.0	江苏农药研究所
	溴氰菊酯 Deltamethrin	99.0	江苏扬农化工有限公司
	联苯菊酯 Bifenthrin	95.0	江苏扬农化工有限公司
	氰戊菊酯 Fenvalerate	90.0	江苏润泽农化有限公司
	氯氰菊酯 Cypermethrin	94.0	金坛市宝利来化工有限公司

* 制剂 Formulation.

相对敏感基线；以起源于河南新乡的品系和河北博野的品系分别建立了灭多威和氧乐果的相对敏感基线。禾谷缢管蚜对新烟碱类药剂吡虫啉和啶虫脒的敏感基线 LC_{50} 值分别为 0.02 和 0.007 μg/cm²；对吡啶类药剂吡蚜酮的 LC_{50} 值为0.124 μg/cm²；对氨基甲酸酯类药剂丁硫克百威，硫双灭多威、灭多威、抗蚜威、西维因的 LC_{50} 值为0.0026 ~ 0.70 μg/cm²；对有机磷类药剂三唑磷、丙溴磷、氧乐果、乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱的 LC_{50} 值为 0.005 ~ 0.065 μg/cm²；对拟除虫菊酯类药剂三氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的 LC_{50} 值为0.033 ~ 0.240 μg/cm²。禾谷缢管蚜对不同药剂品种的敏感度由高到低依次为抗蚜威、毒死蜱、辛硫磷、灭多威、啶虫脒、丙溴磷、吡虫啉、氧乐果、马拉硫磷、溴氰菊酯、丁硫克百威、三唑磷、联苯菊酯、敌敌畏、乐果、高效氯氰菊酯、西维因、吡蚜酮、氰戊菊酯、三氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、硫双灭多威。

2.2 22 种药剂对麦长管蚜的相对敏感基线

玻璃管药膜法测定麦长管蚜对 22 种药剂的敏感基线见表3。通过对 LC_{50}，LC_{90} 以及 b 值的比较和分析，最后以起源于北京的品系建立了吡虫啉、吡蚜酮、灭多威、丙溴磷、氧乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱的相对敏感基线；以起源于四川彭山的品系建立了啶虫脒、丁硫克百威、硫双灭多威、西维因、三唑磷、乐果、三氟氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的相对敏感基线；以起源于河北博野的品系和山西太原的品系分别建立了抗蚜威和高效氯氰菊酯的相对敏感基线。麦长管蚜对新烟碱类药剂吡虫啉和啶虫脒的敏感基线 LC_{50} 值分别为

表 2　22 种药剂对禾谷缢管蚜的相对敏感基线（玻璃管药膜法）

Table 2　Susceptible toxicity baselines for 22 insecticides by the method of the residual film in glass tube in *Rhopalosiphum padi*

药剂名称 Insecticides	种群来源和采集时间 Source of population and collecting date	N *	斜率 ± 标准误 Slope ± *SE*	卡方值 χ^2	LC_{50} (95% CL) ($\mu g/cm^2$)	相对毒力指数 Relative toxicity index
吡虫啉 Imidacloprid	北京 Beijing 2005.5	420	1.41 ± 0.20	2.46	0.020(0.010 – 0.030)	7.7
啶虫脒 Acetamiprid	北京 Beijing 2005.5	360	1.65 ± 0.24	4.20	0.007(0.005 – 0.010)	2.7
吡蚜酮 Pymetrozine	北京 Beijing 2005.5	360	2.91 ± 0.60	15.1	0.124(0.065 – 0.259)	47.7
丁硫克百威 Carbosulfan	北京 Beijing 2005.5	360	2.10 ± 0.26	3.32	0.040(0.030 – 0.050)	15.4
硫双灭多威 Thiodicarb	北京 Beijing 2005.5	360	1.60 ± 0.20	0.78	0.700(0.560 – 0.910)	269.2
灭多威 Methomyl	河南新乡 Xinxiang, Henan 2007.5	360	2.68 ± 0.46	6.32	0.007(0.004 – 0.010)	2.7
抗蚜威 Pirimicarb	北京 Beijing 2005.5	360	2.76 ± 0.23	6.68	0.0026(0.002 – 0.0029)	1.0
西维因 Carbaryl	北京 Beijing 2005.5	420	2.24 ± 0.33	4.85	0.087(0.067 – 0.103)	33.5
三唑磷 Triazophos	北京 Beijing 2005.5	480	2.66 ± 0.25	3.01	0.050(0.047 – 0.063)	19.2
丙溴磷 Profenofos	北京 Beijing 2005.5	360	2.02 ± 0.22	3.67	0.009(0.007 – 0.010)	3.5
氧乐果 Omethoate	河北博野 Boye, Hebei 2007.5	360	2.74 ± 0.69	10.94	0.024(0.008 – 0.039)	9.2
乐果 Dimethoate	北京 Beijing 2005.5	360	2.13 ± 0.23	0.95	0.065(0.053 – 0.078)	25.0
马拉硫磷 Malathion	北京 Beijing 2005.5	420	1.70 ± 0.52	30.9	0.026(0.011 – 2.200)	10.0
辛硫磷 Phoxim	北京 Beijing 2005.5	360	2.74 ± 0.56	10.7	0.006(0.004 – 0.011)	2.3
敌敌畏 Dichlorvos	北京 Beijing 2005.5	360	2.80 ± 0.29	3.32	0.058(0.049 – 0.068)	22.3
毒死蜱 Chlorpyrifos	北京 Beijing 2005.5	360	3.20 ± 0.30	1.60	0.005(0.004 – 0.006)	1.9
三氟氯氰菊酯 Lamba-cyhalothrin	北京 Beijing 2005.5	360	1.55 ± 0.20	0.49	0.152(0.116 – 0.191)	58.5
高效氯氰菊酯 Beta-cypermethrin	北京 Beijing 2005.5	480	1.47 ± 0.21	2.73	0.080(0.059 – 0.103)	30.8
溴氰菊酯 Deltamethrin	北京 Beijing 2005.5	420	1.52 ± 0.20	1.62	0.033(0.024 – 0.042)	12.7
联苯菊酯 Bifenthrin	北京 Beijing 2005.5	360	1.70 ± 0.21	0.35	0.053(0.040 – 0.067)	20.4
氰戊菊酯 Fenvalerate	北京 Beijing 2005.5	360	1.51 ± 0.20	0.70	0.139(0.103 – 0.177)	53.5
氯氰菊酯 Cypermethrin	北京 Beijing 2005.5	360	1.55 ± 0.20	2.91	0.240(0.178 – 0.305)	92.3

* N 表示毒力测定所用的虫数；相对毒力指数以抗蚜威对禾谷缢管蚜的 LC_{50} 值为 1.0 进行比较。N represents the number of tested aphids; the relative toxicity index is based on LC_{50} values of pirimicarb.

表 3 22 种药剂对麦长管蚜的相对毒力敏感基线(玻璃管药膜法)

Table 3 Susceptible toxicity baselines for 22 insecticides by the method of the residual film in glass tube in *Sitobion avenae*

药剂名称 Insecticides	种群来源和采集时间 Source of population and collecting date	N *	斜率 ± 标准误 Slope ± *SE*	卡方值 χ^2	LC_{50} (95% CL) ($\mu g/cm^2$)	相对毒力指数 Relative toxicity index
吡虫啉 Imidacloprid	北京 Beijing 2005.5	360	1.60 ± 0.20	0.25	0.15 (0.12 – 0.19)	30.0
啶虫脒 Acetamiprid	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.82 ± 0.20	0.26	0.12 (0.10 – 0.15)	24.0
吡蚜酮 Pymetrozine	北京 Beijing 2005.5	360	1.60 ± 0.20	0.41	0.41 (0.33 – 0.52)	82.0
丁硫克百威 Carbosulfan	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	2.51 ± 0.75	26.6	0.10 (0.03 – 39.36)	20.0
硫双灭多威 Thiodicarb	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	420	1.30 ± 0.19	1.36	0.76 (0.58 – 1.07)	152.0
灭多威 Methomyl	北京 Beijing 2005.5	360	1.41 ± 0.20	2.66	0.005 (0.004 – 0.007)	1.0
抗蚜威 Pirimicarb	河北博野 Boye, Hebei 2007.5	480	1.89 ± 0.17	3.26	0.006 (0.005 – 0.008)	1.2
西维因 Carbaryl	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	4.61 ± 0.70	2.95	0.36 (0.33 – 0.41)	72.0
三唑磷 Triazophos	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.92 ± 0.21	0.52	0.36 (0.30 – 0.45)	72.0
丙溴磷 Profenofos	北京 Beijing 2005.5	360	1.40 ± 0.20	5.07	0.018 (0.013 – 0.023)	3.6
氧乐果 Omethoate	北京 Beijing 2005.5	360	4.45 ± 0.44	3.23	0.067 (0.061 – 0.073)	13.4
乐果 Dimethoate	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	4.03 ± 0.42	1.02	0.057 (0.051 – 0.062)	11.4
马拉硫磷 Malathion	北京 Beijing 2005.5	360	1.25 ± 0.44	0.44	0.040 (0.030 – 0.056)	8.0
辛硫磷 Phoxim	北京 Beijing 2005.5	360	2.17 ± 0.24	1.06	0.036 (0.030 – 0.044)	7.2
敌敌畏 Dichlorvos	北京 Beijing 2005.5	360	2.46 ± 0.24	2.36	0.21 (0.18 – 0.25)	42.0
毒死蜱 Chlorpyrifos	北京 Beijing 2005.5	360	1.97 ± 0.22	4.61	0.039 (0.033 – 0.049)	7.8
三氟氯氰菊酯 Lamba-cyhalothrin	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.98 ± 0.22	0.40	0.57 (0.46 – 0.69)	114.0
高效氯氰菊酯 Beta-cypermethrin	山西太原 Taiyuan, Shanxi 2007.5	360	1.70 ± 0.23	0.38	0.20 (0.15 – 0.26)	40.0
溴氰菊酯 Deltamethrin	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	2.01 ± 0.23	4.29	0.30 (0.25 – 0.37)	60.0
联苯菊酯 Bifenthrin	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.76 ± 0.20	2.24	2.94 (2.36 – 3.61)	588.0
氰戊菊酯 Fenvalerate	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.66 ± 0.20	1.67	0.89 (0.72 – 1.11)	178.0
氯氰菊酯 Cypermethrin	四川彭山 Pengshan, Sichuan 2006.3	360	1.63 ± 0.20	1.09	0.65 (0.51 – 0.81)	130.0

* N 表示毒力测定所用的虫数;相对毒力指数以灭多威对麦长管蚜的 LC_{50} 值为 1.0 进行比较。N represents the number of tested aphids; the relative toxicity index is based on LC_{50} values of methomyl.

0.15 和 0.12 μg/cm^2；对吡啶类药剂吡蚜酮的 LC_{50} 值为 0.41 μg/cm^2；对氨基甲酸酯类药剂丁硫克百威，硫双灭多威、灭多威、抗蚜威、西维因的 LC_{50} 值为 0.005 ~ 0.76 μg/cm^2；对有机磷类药剂三唑磷、丙溴磷、氧乐果、乐果、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏、毒死蜱的 LC_{50} 值为 0.018 ~ 0.36 μg/cm^2；对拟除虫菊酯类药剂三氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯的 LC_{50} 值为 0.20 ~ 2.94 μg/cm^2。麦长管蚜对不同药剂的敏感度由高到低依次为灭多威、抗蚜威、丙溴磷、辛硫磷、毒死蜱、马拉硫磷、乐果、氧乐果、丁硫克百威、啶虫脒、吡虫啉、高效氯氰菊酯、敌敌畏、溴氰菊酯、三唑磷、西维因、吡蚜酮、三氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、硫双灭多威、氰戊菊酯、联苯菊酯。

3　讨论

和其他害虫一样，麦蚜对不用药剂敏感基线的建立对于抗药性监测以及评价抗药性治理措施的有效性、指导抗药性治理具有重要意义。多种害虫都建立了相应的敏感基线，例如二化螟 *Chilo suppressalis*（陈长琨等，2000b）、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua*（慕卫等，2003）、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*（陈长琨，2000a；吴益东等，2001）。关于麦长管蚜和禾谷缢管蚜对不同类型的药剂的敏感基线还未见报道，本文在 2005 年和 2007 年对我国主要地区两种麦蚜对不同类型药剂的敏感度调查的基础上，选择敏感度高的种群在不接触药剂情况下连续饲养 30 代以上建立了几个品系，每个品系对几个代表性药剂的敏感度连续 3 次测定没有显著差异，也就是说所用种群对代表性药剂的敏感度基本稳定。这些品系对多数药剂的毒力回归线 b 值都在 2 以上，说明品系对药剂反应的异质性是比较低的。由此建立了对不同类型药剂的相对敏感基线，由于选择的药剂种类很多，不同品系间对有些药剂的敏感度不完全一致，因此在建立的 22 种药剂的敏感基线中，涉及到了 2 个或 3 个敏感品系。关于蚜虫的生物测定方法有浸虫法、浸叶片法、点滴法、喷雾法等多种，本文为了便于操作、节省时间，选择了玻璃管药膜法。处理后检查死亡率的时间是建立敏感基线要考虑的一个重要因子，通过观察不同时间的死亡率，最后确定了处理后 3 h 作为标准。确定 3 h 主要是依据死亡率的稳定性、对照的死亡率、对药剂适应范围广等因素。玻璃管药膜法在国外也是一种常用的药剂敏感度测定方法（Shotkoski *et al.*，1990；Shufran *et al.*，1997；Zhu and Gao，1998；Zhu *et al.*，2000）。

Zhu 等（2000）应用玻璃管药膜法建立了乐果、氧乐果、毒死蜱等对麦二叉蚜的敏感基线，8 h LC_{50} 值分别为 0.37，0.21，0.036 μg/mL。本文建立的乐果、氧乐果、毒死蜱玻璃管药膜法 3 h 敏感基线，对禾谷缢管蚜的 LC_{50} 值分别为 0.065，0.024，0.005 μg/cm^2，对麦长管蚜的 LC_{50} 值分别为 0.057，0.067，0.039 μg/cm^2。Chen 等（2007）点滴法测定的抗蚜威、氧乐果、溴氰菊酯、硫双灭多威对麦长管蚜敏感品系的 48 h 毒力测定结果显示，LC_{50} 值分别为 0.260，0.062，0.006，0.547 ng/蚜。韩晓莉等（2007）应用浸渍法测定了吡虫啉、啶虫脒、毒死蜱、溴氰菊酯对麦长管蚜敏感品系 24 h 的 LC_{50} 值分别为 11.01，25.84，0.630，0.228 mg/L。王冬兰等（2003）报道浸渍法测定吡虫啉对麦长管蚜和禾谷缢管蚜敏感品系 24 h 的 LC_{50} 值分别为 2.46 和 4.58 mg/L。点滴法是一种比较精确的方法，但是其致命的缺点是要求测定人员技术熟练，特别是对蚜虫类的测定，在国外很少采用；叶片药膜法由于小麦叶片比较狭窄不适于用于叶片药膜法；浸虫法的程序也是比较复杂的。相比之下玻璃管药膜法易用性要明显优于其他方法，也便于基层人员使用。

参考文献（References）

Chen CK, Li GQ, Lu D, Guo HF, Han ZJ, 2000a. The insecticide toxicity baseline data by foliar residue bioassay method on a Xinjiang susceptible population of *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Acta Phytophylacica Sinica*, 27(2): 168–172. [陈长琨，李国清，卢丹，郭慧芳，韩召军，2000. 新疆棉铃虫自然敏感种群对常用杀虫剂浸叶法的毒力基线. 植物保护学报，27(2)：168–172]

Chen CK, Li XF, Han ZJ, Li GQ, Wang YC, 2000b. Method for monitoring insecticide resistance in rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker) and relative susceptible baselines data. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 23(4): 25–28. [陈长琨，李秀峰，韩召军，李国清，王荫长，2000. 二化螟抗药性监测方法及相对敏感基线. 南京农业大学学报，23(4)：25–28]

Chen MH, Han ZJ, Qiao XF, Qu MJ, 2007. Resistance mechanisms and associated mutations in acetylcholinesterase genes in *Sitobion avenae* (Fabricius). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 87(3): 189–195.

Han JC, Liu HP, Xu JG, Zhang HJ, Zhao ZP, Zhang B, 1996. Studies on pyrethroid resistance in the wheat aphid (*Sitobion avenae* Fab.) from Shanxi. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 24(2): 26–28. [韩巨才，刘慧平，徐建岗，张鸿杰，赵治萍，张彬，1996. 山西麦长管蚜对拟除虫菊酯杀虫剂抗药性研究. 山西农业科学，24(2)：26–28]

Han XL, Gao ZL, Dang ZH, Li YF, Chi GT, Pan WL, 2007. Studies on sensitivity of chloronicotinyl insecticides in the grain aphid, *Sitobion avenae* (Fab.) from different areas. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 22(5): 157 - 160. [韩晓莉, 高占林, 党志红, 李耀发, 赤国彤, 潘文亮, 2007. 不同地区麦长管蚜对氯代烟酰类杀虫剂的敏感性. 华北农学报, 22(5): 157 - 160]

Hong B, Guan XQ, Chi YW, Shi HL, Wen ZL, 2004. Bioassay of the sensitivity of wheat aphids to several insecticides in Ningxia. *Journal of Ningxia Agricultural College (Agricultural Science Edition)*, 25(3): 17 - 20. [洪波, 关晓庆, 迟永伟, 施惠玲, 温仲乐, 2004. 宁夏地区麦蚜对几种杀虫剂的敏感性测定. 宁夏农学院学报(农业科学版), 25(3): 17 - 20]

Liu AZ, Li SG, Ru TQ, Wang XJ, 2001. Susceptibility and selective toxicity of some insecticides to *Schizaphis graminum* Fabricius and *Rhopalosiphim padi* Linnaeus. *Pesticide Science and Administration*, 2001(Suppl.): 12 - 13. [刘爱芝, 李世功, 茹桃勤, 王晓军, 2001. 杀虫剂对2种麦蚜的敏感性和选择性测定. 农药科学与管理,2001(增刊): 12 - 13]

Lu YH, Gao XW, 2007. A method for mass culture of wheat aphids. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(2): 289 - 290. [鲁艳辉, 高希武, 2007. 一种室内饲养麦蚜的方法. 昆虫知识, 44(2): 289 - 290]

Moores GD, Gao XW, Denholm I, Devonshire AL, 1996. Characterization of insensitive acetylcholinesterase in the insecticide-resistant cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoperta: Aphidedae). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 56(2): 102 - 110.

Mu W, Wu KM, Guo YY, Zhang WJ, 2003. Susceptible toxicity baseline of *Spodoptera exigua* (Hübner) to pyrethroid insecticides. *Acta Phytophylacica Sinica*, 30(2): 221 - 222. [慕卫, 吴孔明, 郭予元, 张文吉, 2003. 甜菜夜蛾对菊酯类杀虫剂敏感基线的建立. 植物保护学报, 30(2): 221 - 222]

SAS Institute Inc., 2001. SAS/STAT User's Guide. Vers. 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Shotkoski FA, Mayo ZB, Peters LL, 1990. Induced disulfoton resistance in greenbugs (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.*, 83(6): 2 147 - 2 152.

Shufran RA, Wilde GE, Sloderbeck PE, 1997. Response of three greenbug (Homoptera: Aphididae) strains to five organophosphorous and two carbamate insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 90(1): 283 - 286.

Tang ZH, 2000. Research status and perspectives of insect resistance to insecticides in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 37(2): 97 - 102. [唐振华, 2000. 我国昆虫抗药性研究的现状及展望. 昆虫知识, 37(2): 97 - 102]

Wang DL, Liu XJ, Zhang CZ, Yu XY, Gu ZY, Li J, 2003. Monitoring on the sensitivity of *Macrosiphum avenae* (Fabricius) and *Rhopalosiphum padi* (L.) to imidacloprid in Jiangsu. *Journal of Jiangsu Agricultural Sciences*, 6: 64 - 65. [王冬兰, 刘贤进, 张存政, 余向阳, 顾正远, 李进, 2003. 江苏地区麦蚜对吡虫啉敏感性监测. 江苏农业科学, 6: 64 - 65]

Wu YD, Chen S, Jing XJ, Lin XW, Shen JL, 2001. Susceptible toxicity baseline and its application in resistance monitoring of *Helicoverpa armigera* with leaf dipping method. *Acta Entomologica Sinica*, 44(1): 56 - 61. [吴益东, 陈松, 净新娟, 林祥文, 沈晋良, 2001. 棉铃虫抗药性监测方法——浸叶法敏感毒力基线的建立及其应用. 昆虫学报, 44(1): 56 - 61]

Zhu KY, Gao JR, 1998. Kinetic properties and variability of esterases in organophosphate-susceptible and -resistant greenbugs, *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 62(2): 134 - 145.

Zhu KY, Gao JR, Starkey SR, 2000. Organophosphate resiatance mediated by alterations of acetylcholinesterase in a resistant clone of the greenbug, *Schizaphis graminun* (Homoptera: Aphididae). *Pestic. Biochem. Physiol.*, 68(3): 138 - 147.

(责任编辑:赵利辉)